

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11176735 A**(43) Date of publication of application: **02.07.99**

(51) Int. Cl.

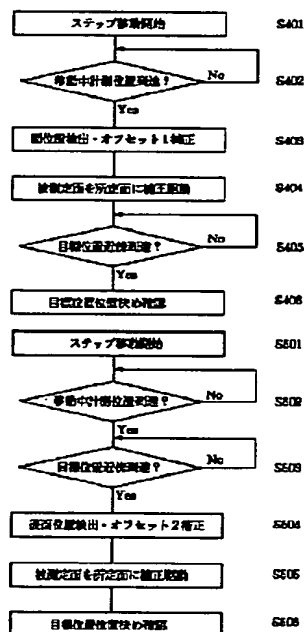
H01L 21/027**G01B 11/00****G01B 11/26****G03F 9/02**(21) Application number: **09354052**(71) Applicant: **CANON INC**(22) Date of filing: **09.12.97**(72) Inventor: **YAMADA YUICHI
KAWAHARA ATSUSHI****(54) SURFACE POSITION DETECTION METHOD
AND ALIGNER USING THE SAME**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect and correct a position of a board surface, etc., highly accurately and rapidly by selecting a first detection mode wherein measurement is executed during movement of a board or a second detection mode wherein measurement is executed after a specified detection surface is almost positioned in an image space.

SOLUTION: In a method which lays stress on speed, step movement is started (S401). Whether or not a board attained a measurement position during movement before an aimed position is judged while an existing position is always read (S402). When it is judged that the board attained there, focus is measured (S403). In a method which lays stress on correction accuracy, step movement is started (S501). Whether or not a board attained a measurement position during movement before an aimed position is judged while an existing position is always read (S502). When it is judged that the board attained there, judgment is repeated successively until the board attains an area near a designated aimed position (S503). When it is recognized that the board attains the area, focus is measured (S504). Two detection modes are used properly in this way and a position, inclination, etc., of a board surface are detected and corrected highly accurately and rapidly.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(51) Int.Cl.⁸
H 0 1 L 21/027
G 0 1 B 11/00
11/26
G 0 3 F 9/02

識別記号

F I
H 0 1 L 21/30 5 2 6 B
G 0 1 B 11/00 A
11/26 Z
G 0 3 F 9/02 H
H 0 1 L 21/30 5 1 6 B
審査請求 未請求 請求項の数23 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-354052
(22) 出願日 平成9年(1997)12月9日

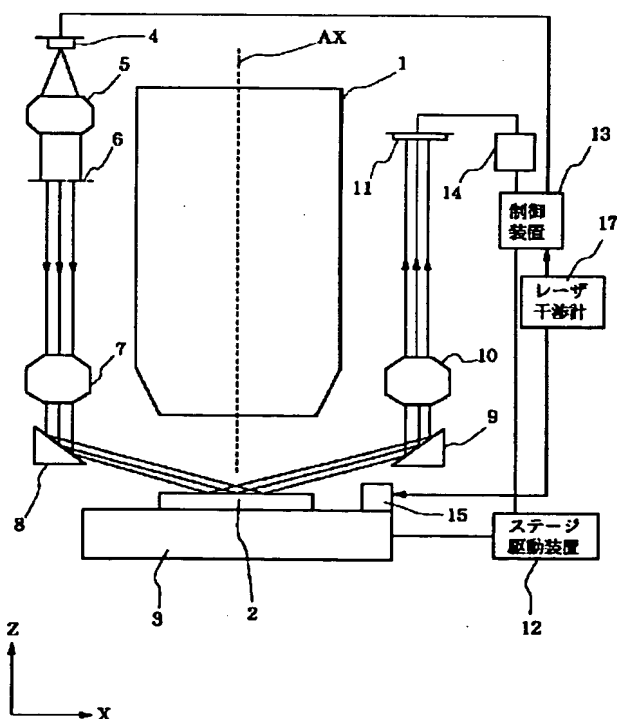
(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72) 発明者 山田 雄一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ン株式会社内
(72) 発明者 河原 淳
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
ン株式会社内
(74) 代理人 弁理士 伊東 哲也 (外2名)

(54) 【発明の名称】 面位置検出方法およびそれを用いた露光装置

(57) 【要約】

【課題】 焦点深度がパターン微細化のトレンド以上に厳しくなった工程においても基板表面の位置や傾きを高精度で高速に検出して補正する。

【解決手段】 基板を投影光学系の光軸と略直交する方向に沿って移動し該基板の所定被検出域を前記投影光学系の像空間に送り込むとともに、前記基板の所定位置の前記光軸方向に関する位置および傾きの少なくとも一方を計測し、該計測値に基づき前記所定被検出域の面位置を検出して所定設定面に位置決めし前記投影光学系の焦平面に合焦させる際の移動方式として、前記計測を前記基板の移動中に行なう第1の移動モードと前記所定被検出域が前記像空間内で略位置決めされた状態で行なう第2の移動モードとを用い、状況に応じてこれらのモードのうち一方を選択する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を投影光学系の光軸と略直交する方向に沿って移動し該基板の所定被検出域を前記投影光学系の像空間に送り込むとともに、前記基板の所定位置の前記光軸方向に関する位置および傾きの少なくとも一方を計測し、該計測値に基づき前記所定被検出域の面位置を検出して所定設定面に位置決めし前記投影光学系の焦平面に合焦させる際の面位置検出方法において、前記計測を前記基板の移動中に行なう第1の検出モードと前記所定被検出面が前記像空間内で略位置決めされた状態で行なう第2の検出モードのうち一方を選択して行なうことを特徴とする面位置検出方法。

【請求項2】 前記所定位置が、前記所定被検出域内に設定されていることを特徴とする請求項1記載の面位置検出方法。

【請求項3】 前記所定被検出域が前記基板上に設定された複数個のショットの各々であり、前記2つの検出モードの選択に関して、予めレイアウト情報をもとにショット毎に検出モードを設定し、設定された検出モードに従って各ショットを前記所定設定面に位置決めすることを特徴とする請求項1または2記載の面位置検出方法。

【請求項4】 前記2つの検出モードの一方を前記基板の移動開始直前のステージ位置をもとに選択することを特徴とする請求項1または2記載の面位置検出方法。

【請求項5】 前記第1のステップ方式から第2のステップ方式へ切り換えた場合にその情報をオペレータに通知することを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載の露光装置。

【請求項6】 前記所定被検出域として前記基板上に設定された複数個のショットを順次前記像空間に送り込み、かつ前記焦平面に合焦させるステップ移動の方式として前記所定被検出域の面位置を前記第1の検出モードで検出する第1のステップ方式と前記第2の検出モードで検出する第2のステップ方式とを持ち、ステップ移動を実行した際の面位置補正結果の履歴に基づき以降のステップ方式をショット毎に決定することを特徴とする請求項1または2記載の面位置検出方法。

【請求項7】 前記2つのステップ方式の選択に関して、複数ウエハの当該ショットでの補正結果の履歴からある閾値を用いて以降のステップ方式をショット毎に決定することを特徴とする請求項6記載の面位置検出方法。

【請求項8】 前記2つのステップ方式の選択に関して、当該面位置検出方法を採用した装置の振動状態を測定し、該測定結果を前記ステップ移動を実行した際の面位置補正結果の情報とすることを特徴とする請求項6または7記載の面位置検出方法。

【請求項9】 前記2つのステップ方式の選択に関して、第1のステップ方式から第2のステップ方式へ切り換えた場合にその情報をオペレータに通知することを特

徴とする請求項6～8のいずれか1つに記載の面位置検出方法。

【請求項10】 基板を投影光学系の光軸と略直交する方向に沿って移動して該基板の所定被検出域を前記投影光学系の像空間に送り込むステージと、前記所定被検出域の前記光軸方向に関する位置および傾きの少なくとも一方を計測するフォーカス計測手段と、該計測値に基づき前記所定被検出域の面位置を検出して前記投影光学系の焦平面に合焦させる合焦手段とを具備する露光装置において、

前記基板を前記像空間に送り込む際、該基板の移動中に計測した面位置情報により前記所定被検出面を所定設定面に合焦させる第1のステップ方式と該所定被検出面が前記像空間内の所定位置に略位置決めされた状態での面位置情報により所定設定面に合焦させる第2のステップ方式のうち一方を選択して実行するモード選択手段を有することを特徴とする露光装置。

【請求項11】 前記モード選択手段は、前記所定被検出域として前記基板上に設定された複数個のショットを順次前記像空間に送り込み、かつ前記焦平面に合焦させるステップ移動の方式として、前記2つのステップ方式の一方を設定することを特徴とする請求項10記載の露光装置。

【請求項12】 前記モード選択手段は、予めレイアウト情報をもとにショット毎に前記2つのステップ方式の一方を設定することを特徴とする請求項11記載の露光装置。

【請求項13】 前記モード選択手段は、移動開始直前のステージ位置を元に前記2つのステップ方式の一方を選択することを特徴とする請求項10または11記載の露光装置。

【請求項14】 前記面位置検出の検出レンジを選択された検出モードに応じて切り換えることにより検出範囲と検出時間を各々変更可能にするレンジ切り換え手段をさらに有することを特徴とする請求項10～13のいずれか1つに記載の露光装置。

【請求項15】 前記モード選択手段は、前記ステップ移動を実行した際の面位置補正結果の履歴に基づき以降のステップ方式をショット毎に決定することを特徴とする請求項11記載の露光装置。

【請求項16】 前記モード選択手段は、複数ウエハの該当ショットでの補正結果の履歴からある閾値を用いて以降のステップ方式をショット毎に決定することを特徴とする請求項11記載の露光装置。

【請求項17】 前記モード選択手段は、当該面位置検出方法を採用した装置の振動状態を測定し、該測定結果を前記ステップ移動を実行した際の面位置補正結果の情報とすることを特徴とする請求項15または16記載の露光装置。

【請求項18】 前記モード選択手段は、第1のステッ

ブ方式から第2のステップ方式へ切り換えた場合にその情報をオペレータに通知することを特徴とする請求項15～17のいずれか1つに記載の露光装置。

【請求項19】 請求項10～18のいずれか1つに記載の露光装置を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項20】 基板上的複数の被露光域を露光エリアに順次送り込むとともに、前記基板の所定位置の概略露光光軸方向に沿った位置および傾きの少なくとも一方を計測し、該計測値に基づき前記被露光域の面位置を検出して、前記露光エリアでの前記被露光域の面位置決めを行なう際の面位置検出方法において、

前記計測を前記基板の送り込み移動中に行なうか、前記被露光域が前記露光エリアで略位置決めされた状態で行なうかを、1つの基板内で切換えて実行することを特徴とする面位置検出方法。

【請求項21】 前記切換えは予め基板のレイアウト情報に基づいて設定されることを特徴とする請求項20記載の面位置検出方法。

【請求項22】 前記切換えは以前に別の基板で行なわれた面位置検出の結果の履歴に基づいて決定されることを特徴とする請求項20記載の面位置検出方法。

【請求項23】 請求項20～22のいずれかの面位置検出方法を実行して面位置決めを行なう手段と、面位置決めが行なわれた前記被露光域に露光を行なう手段とを有することを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は露光装置に関し、特に露光装置における投影光学系の光軸方向に関する基板表面の位置や傾き（面位置）を検出する面位置検出技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 最近の半導体製造装置、特にステッパと呼ばれる逐次移動型の半導体露光装置に強く求められている性能として生産性の向上がある。すなわちチップメーカはメモリトレンドに沿った集積率の増加に対してチップ代替に見合うメモリコストが提示できるようにチップ単価を抑えて行く必要がある。露光装置メーカとしては高性能のみならず生産性向上に寄与できるような装置を提供しなければならない状況にあり、解像力や位置合わせ精度などの基本性能を備えた上で時間当たりの処理能力すなわちウエハ処理枚数を増加させることを要求されている。

【0003】 そのような中で現在生産現場で使用されている半導体露光装置のステップ時間を短縮する方法として、本出願人は特公平4-50731および特開平4-116414においてステップ中に基板表面の位置や傾きを検出して補正する方法を提案している。この方法を用いれば、露光位置に位置決めされたことを確認して位

置や傾きを検出する従来の方法に比べると面位置補正の開始タイミングが早くなるために、全体のステップ時間を短縮することが可能となる。また、移動中計測位置での計測値が露光位置での計測値と等価になるよう補正するフォーカスオフセットを事前に算出しておき、移動中の面位置計測値を積極的に使用してステップ時間を短縮する方法や、連続ステップを考慮してフォーカス検出範囲を限定した計測を行なうことにより計測時間を短縮する方法などを導入しさらにステップ時間を短縮する提案をしてきている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 現在に至るまで半導体製造のプロセス設計において露光装置の露光波長は配線ルールに沿って選択されてきている。すなわち0.35μmルールにはi-線ステッパ、0.25μmルールにはKrFステッパという具合に、使用露光波長を解像線幅の限界として製造ラインが構築されてきており、おのずと焦点深度に関するバジェット(budget)も1.0μm程度を装置とプロセスで共有する状態が続いていた。ところが次世代0.18μmルールにおける露光技術としてKrFの露光装置を継続して採用していく方針が打ち出され、目標として0.1μmルールの1ギガDRAMの量産までKrF露光を延命しようという動きもある。それには位相シフトマスクや超解像などの微細化の技術開発に加えてCMP(chemical mechanical polish)の採用によるチップ内平坦度の向上が大きく寄与している。CMPを利用することによりトレンチ構造をとる場合のチップ段差は50nm程度に収まることが報告されており、従来の焦点深度を一気に減らした高NAのレンズを設計し波長以下の解像力を持たせることが可能となった。

【0005】 ところが一方では高NA化に伴う焦点深度の減少という課題に対してフォーカス・レベリングの補正精度の更なる改善が必要となって来ている。すなわちプロセスサイドでのチップ段差の保証の方法はCMP、PSM(位相シフトマスク)、RA(recessed array)等各社各様の多様化をみせ始めており、同一世代のチップを作成するにあたり各ユーザ毎に異なる深度余裕をもって製造が始まろうとしている。従ってユーザの特定工程、特にスタック方式により完全平坦化が難しいプロセスにおいては従来以上の補正精度が必要とされる場合があり、このような状況の中で従来の移動中計測値をオフセット補正することにより補正駆動を行っていた方法では、ウエハ上の位置によりそのオフセット再現性が若干異なるためにウエハ上のショットの位置によって補正精度が若干規格を満足できない場合が発生する。その主な原因は、300mmウエハ対応などによりウエハの外形自体がスケールアップしステージのチルト方向構造体変形がウエハの半径方向に拡大するに従ってそのz方向の振幅が大きくなるため、ウエハ周辺と内側でのオフセ

ットの再現性に差が発生することにある。この不安定は従来の精度であれば許容できる範囲であるが、上記のような残留チップ段差を装置側でカバーする場合においては無視できない量となってきた。また、従来のステップ時間短縮のためにフォーカス検出域を限定して合焦動作を行なう方式では、露光以外のシーケンスの時、例えばグローバルアライメント計測や、ユーザオペレーションが実行された後のステップコマンドにおいて、被検面がフォーカスの検出範囲を越えてしまう場合が発生することによりシーケンスが止まってしまうという場合があった。

【0006】本発明の目的はこのような従来技術の問題点に鑑み、焦点深度がパターン微細化のトレンド以上に厳しくなった工程においても高精度で高速な基板表面の位置や傾きを検出して補正する方法を持った面位置検出方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の面位置検出方法は、基板を投影光学系の光軸と略直交する方向に沿って移動し該基板の所定被検出域を前記投影光学系の像空間に送り込むとともに、前記基板の所定位置の前記光軸方向に関する位置および傾きの少なくとも一方を計測し、該計測値に基づき前記所定被検出域の面位置を検出して所定設定面に位置決めし前記投影光学系の焦平面に合焦させる際の面位置検出方法において、前記計測を前記基板の移動中に行なう第1の検出モードと前記所定被検出面が前記像空間内で略位置決めされた状態で行なう第2の検出モードのうち一方を選択して行なうことを特徴とする。このような面位置検出方法は、特に逐次移動型の半導体露光装置（ステッパ）に好適に適用される。

【0008】上記の目的を達成するため本発明の他の局面では、基板上の複数の被露光域を露光エリアに順次送り込むとともに、前記基板の所定位置の概略露光光軸方向に沿った位置および傾きの少なくとも一方を計測し、該計測値に基づき前記被露光域の面位置を検出して、前記露光エリアでの前記被露光域の面位置決めを行なう際の面位置検出方法において、前記計測を前記基板の送り込み移動中に行なうか、前記被露光域が前記露光エリアで略位置決めされた状態で行なうかを、1つの基板内で切替えて実行することを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の好ましい第1の実施形態に係る露光装置では、ウエハを載置したまま投影光学系の光軸と略直交する方向に沿って移動して該ウエハの所定被検出域を前記投影光学系の像面に送り込むステージと、前記ウエハの所定位置の前記光軸方向に関する位置および傾きの少なくとも一方を検出する検出器と、該検出器による検出値に基づいて前記所定面を前記投影光学系の焦平面に合焦させる合焦手段とを有する露光装置に

において、移動中に計測した面位置情報により前記所定被検出面を所定設定面に合焦させるステップ方式（B）と、該所定被検出面が所定位置に略位置決めされた状態での面位置情報により所定設定面に合焦させるステップ方式（A）とを持つ。

【0010】このように移動中に計測した面位置情報により前記所定被検出面を所定設定面に合焦させるスピード重視のステップ方式（B）と、該所定被検出面が所定位置に略位置決めされた状態での面位置情報により所定設定面に合焦させる精度重視のステップ方式（A）との2つのステップ方式とをもつことにより前記問題点が発生する局面において前記2つのステップ方式を使いわけることにより上記の問題を解決することができる。

【0011】また、前記2つのステップ方式の選択に関して、予めレイアウト情報をもとにショット毎にステップ方式を設定し、設定された方法に従って各ショット所定設定面に合焦させることにより高速かつ高精度なチップ露光のジョブ設計が自動で可能となる。

【0012】さらに前記2つのステップ方式をステップ開始直前のステージ位置の状態を元にどちらかを選択してステップ移動し所定設定面に合焦させることによりシーケンスが停止してしまう様な状況を回避することが可能になる。

【0013】そして前記2つのステップ方式におけるフォーカス検出の手段においてそのステップ方式に従ってフォーカスの検出レンジを切り換えることにより検出範囲と検出時間を各々変更することを可能し全体の処理時間を考慮した上で精度と生産性を両立したチップ処置のジョブ作成が可能となる。

【0014】本発明の好ましい第2の実施形態に係る露光装置では、ウエハを搭載したまま投影光学系の光軸と略直交する方向に沿って移動して該ウエハの所定被検出域を前記投影光学系の像面に送り込むステージと、前記ウエハの所定位置の前記光軸方向に関する位置および傾きの少なくとも一方を検出する検出器と、該検出器による検出値に基づいて前記所定面を前記投影光学系の焦平面に合焦させる合焦手段とを有する露光装置において、移動中に計測した面位置情報により前記所定被検出面を所定設定面に合焦させるとともに、自動判定用補正精度を検定する段階を有するスピード重視のステップ方式

（D）と、該所定被検出面が所定位置に略位置決めされた状態での面位置情報により所定設定面に合焦させる精度重視のステップ方式（C）とを持ち、前記問題点が発生する局面においてそれまでの各ショットの計測履歴から最適なステップ方式を自動で選択することにより上記の問題を解決する。例えば、前記ステップ移動方法

（C）最中の移動中面位置情報の履歴から前記ステップ方式（D）で十分に補正精度が出せると判断された場合にはステップ方式を前記ステップ方式（D）に切り換え、また前記ステップ移動方法（D）最中の所定面の合

焦後面位置情報の履歴から前記ステップ移動方法(D)では十分な補正精度が出せないと判断された場合にはステップ方式を前記ステップ方式(C)に切り換える。したがって、例えばロット先頭ウエハで各露光ショットのステップ方式を前記ステップ方式(C)にしておき、前記2つのステップ方式の切り換えを絶えず行なえば、高精度で高速な表面位置検出補正方法を持った露光位置を提供することができる。

【0015】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

実施例1

図1は本発明の一実施例に係る自動焦点合せ装置を備えた縮小投影露光装置の一部分の要部概略図である。図1において、1は縮小投影レンズであり、その光軸は図中AXで示している。縮小投影レンズ1はレチクル(不図示)の回路パターンを例えば1/5倍に縮小して投影し、その焦平面に回路パターン像を形成する。また、光軸AXは図中のz軸方向と平行な関係にある。2は表面にレジストを塗布したウエハであり、先の露光工程で互いに同じパターンが形成された多数個の被露光領域(ショット)が配列している。3はウエハを載置するウエハステージである。ウエハ2はウエハステージ3に吸着・固定されている。ウエハステージ3は、x軸方向に動くxステージと、y軸方向に動くyステージと、z軸方向および各x、y、z軸方向に平行な軸のまわりに回転する θ ・レベリングステージで構成している。また、x、y、z軸は互いに直交するように設定してある。従って、ウエハステージ3を駆動することにより、ウエハ2の表面の位置を縮小投影レンズ1の光軸AX方向および光軸AXに直交する平面に沿った方向に調整し、さらに焦平面、すなわち回路パターン像に対する傾きも調整している。図1における符番4~11はウエハ2の表面位置および傾きを検出するために設けた検出手段の各要素を示している。4は照明用光源、例えば発光ダイオード、半導体レーザなどの高輝度な光源である。5は照明用レンズである。光源4から射出した光は照明用レンズ5によって平行な光束となり、複数個(例えば5個)のピンホールを形成したマスク6を照明する。マスク6の各ピンホールを通過した複数個の光束は、結像レンズ7を経て折曲げミラー8に入射し、折曲げミラー8で方向を変えた後、ウエハ2の表面に入射している。ここで結像レンズ7と折曲げミラー8はウエハ2上にマスク6の複数個のピンホールの像を形成している。複数個のピンホールを通過した光束は、図2に示すようにウエハ2の被露光領域100の中央部を含む5ヶ所(71~75)を照射し、各々の箇所反射される。すなわち、本実施例ではマスク6にピンホールを5組形成し、被露光領域100内で、後述するようにその中央部を含む5ヶ所の測定点(71~75)の位置を測定している。ウエハ2

の各測定点(71~75)で反射した光束は折曲ミラー9により方向を変えた後、検出レンズ10を介して素子を2次元的に配置した位置検出素子11上に入射する。ここで検出レンズ10は結像レンズ7、折曲げミラー8、ウエハ2、折曲げミラー9と協働してマスク6のピンホールの像を位置検出素子11上に形成している。すなわちマスク6とウエハ2と位置検出素子11は互いに光学的に共役な位置にある。

【0016】図1では模式的に示してあるが、光学配置上困難な場合には位置検出素子11を各ピンホールに対応して複数個配置しても良い。位置検出素子11は2次元的なCCDなどから成り、複数個のピンホールを介した複数の光束の位置検出素子11の受光面への入射位置を各々独立に検知することが可能となっている。ウエハ2の縮小投影レンズ系1の光軸AX方向の位置の変化は、位置検出素子11上の複数の光束の入射位置のズレとして検出できるため、ウエハ2の被露光領域100内の5つの測定点(71~75)における、ウエハ表面の光軸AX方向の位置が、位置検出素子11からの出力信号として面位置検出装置14を介して制御装置13へ入力している。ウエハステージ3のx軸およびy軸方向の変位はウエハステージ上に設けた基準ミラー15とレーザ干渉計17とを用いて周知の方法により測定し、ウエハステージ3の変位量を示す信号をレーザ干渉計17から信号線を介して制御装置13へ入力している。またウエハステージ3の移動はステージ駆動装置12により制御される。ステージ駆動装置12は、信号線を介して制御装置13から指令信号を受け、この信号に応答してウエハステージ3をサーボ駆動している。ステージ駆動装置12は第1駆動手段と第2駆動手段を有し、第1駆動手段によりウエハ2の光軸AXと直交する面内における位置(x、y)と回転(θ)とを調整し、第2駆動手段によりウエハ2の光軸AX方向の位置(z)と傾き

(α 、 β)とを調整している。面位置検出装置14は位置検出素子11からの出力信号(面位置データ)を基に処理し、ウエハ2の表面の位置を検出する。そしてこの検出結果を制御装置13へ転送し所定の指令信号によりステージ駆動装置12の第2駆動手段が作動し、第2駆動手段がウエハ2の光軸AX方向の位置と傾きを調整する。

【0017】次に本実施例におけるフォーカス検出位置について説明する。本実施例では基本的に補正駆動量算出に用いる移動中計測点と、前記位置での計測値を露光位置での計測値と等価となるように補正することを主たる目的とするオフセット算出基準用の露光位置計測点とが設定される。最初に露光位置計測点を図2に示す。測定点71は被露光領域100のほぼ中央部にあり、露光位置では光軸AXと交わる。また、残りの測定点72~75は被露光領域100の周辺部にある。このように通常の露光位置計測点は、ウエハ内全ショットにおいて各

センサが計測する部分が各々個別に各ショット同じチップの段差形状を測定しており、像面を基準平面とした場合の各センサにおける段差形状依存のオフセット値は各センサ毎に一意に決定される。従って、従来の露光位置における位置決め状態でチップの傾斜および高さ方向の位置を検出する場合、オフセットはショット毎に変更する必要はない。

【0018】次に移動中に計測する場合の移動中計測点の一例を図3に示す。図では光軸AXと交わる位置の測定点71の代わりに移動中は測定点81を測定している様子を示す。すなわち、ウエハは図中右から左にステップ移動しており、各測定点71～75は移動中に計測している位置がそれぞれ81～85というようにチップ上左の位置にシフトした位置を計測していることになる。

【0019】このようにステップ移動中に計測を行なう場合、チップとの相対位置において露光位置とは厳密には違う段差構造を持った表面を測定していることになる。これは、図4のような12ショットしか含まないショットレイアウトでさえ5種類（左、右、右上、左上、上）の異なる計測点を持つこととなり、最大で8種類の移動中計測点を持つこととなる。またこれに加えて前記移動中計測区間での本体構造体の変化はウエハ上のショット位置（ x 、 y ）とそのときの姿勢の変形（ α 、 β ）との関係から、毎回のステップ移動による姿勢変形が同じ（ α 、 β ）としても中心からのショット位置とのかけ算で求まる z 方向の変位分として各ショット異なる値となる。しかしながら、この本体変形は毎回の再現性が良いことが確認されているためにショット内段差に伴うオフセット同様にショット毎のオフセットとして管理することが可能である。

【0020】引き続き本実施例の中で用いている2種類のステップ方式、すなわちスピード重視のステップ方式（B-タイプ）と補正精度重視のステップ方式（A-タイプ）について図5および図6のフローチャートを用いて説明する。まず図5のスピード重視のステップ方式（B-タイプ）では、S401でステップ移動を開始して、目標位置到達前の移動中計測位置に到達したか否かをS402で常に現在位置を読み込みながら判定し、移動中フォーカス計測位置に到達したと判断されるとS403にてフォーカス計測を行ない、事前に求めておいた移動中計測特有のオフセット、すなわち目標位置例えば露光位置での装置状態に対する装置変形や目標位置と異なる位置での下地の段差に起因するオフセット（以下、フォーカスオフセット1という）を用いて計測値を補正し、補正後のデータで補正駆動量を算出してS404にて補正駆動を行なう。その後S405にて指定目標位置近傍に到達するまで判定を繰り返し、近傍到達が確認されるとS406にて最終的な位置決め完了確認を行なう。

【0021】次に図6を用いて補正精度重視のステップ

方式（A-タイプ）を説明する。まずS501でステップ移動を開始して、目標位置到達前の移動中計測位置に到達したか否かをS502で常に現在位置を読み込みながら判定し、移動中フォーカス計測位置に到達したと判断されると引き続きS503にて指定目標位置近傍に到達するまで判定を繰り返し、近傍到達が確認されると初めてS504にてフォーカス計測を行ない、事前に求めておいたオフセット、すなわち目標位置例えば露光位置での下地の段差に起因するオフセット（以下、フォーカスオフセット2という）を用いて計測値を補正し、補正後のデータで補正駆動量を算出してS505にて補正駆動を行なう。その後S506にて最終的な位置決め完了確認を行なう。

【0022】以上2つのステップ方式は移動中に計測を行なって早めにステージの面位置の補正を開始するか、あるいは目標位置近傍到達を待ってステージの面位置の補正を開始するかという点が異なっている。なお、図6ではS502を入れて移動中計測点到達時の処理がないことを示したがS501の後すぐS503として目標位置近傍に到達するのを待つシーケンスとしても良い。

【0023】次に、図7のフローチャートを用いて図1の装置の露光動作を説明する。まずS701にてジョブがセレクトされ、ジョブ内に記載されているショットのレイアウト情報を用いて前記した精度重視のステップ方式（A-タイプ：露光位置あるいはAA観察位置等に到達した位置でフォーカス補正を実施する）とスピード重視のステップ方式（B-タイプ：移動中計測位置でフォーカス補正を実施する）のどちらのステップ方式を用いるかをショット毎に判定し選択していく。具体的にはウエハのステップ方向を x 軸方向にとった場合、その行の両端のショットは精度重視のA-タイプをセットしその他のショットはスピード重視のB-タイプにセットしておく。例えば図4のようなショット配列のイメージであればSH4、SH5、SH8、SH9をB-タイプに設定し、残る8ショットをA-タイプに設定する。この例のようにショット数が少ない場合にはA-タイプの比率が高くなるが、本来この実施例で説明するようなステップ移動方式の選別が必要な大径ウエハ、例えば300mmウエハでの256Mチップの露光を考えた場合、全96ショット中76ショット（約80%）はB-タイプのスピード重視のステップを選択することができる。実際の量産段階でのレイアウトの状況を考慮すると、さらにシュリンク、カットダウンが進行しているためさらに比率は向上してくるが、逆に一つ内側のチップ精度に関してもA-タイプにすべき場合がでてくる可能性がある。その場合の判定方法としてはチップ位置座標のステップ方向軸座標すなわち x 軸方向へのステップ移動であればそのショットの x 座標をある閾値で判定してステップ方式の判別を行なっても良い。以上のような判定方法等により各ショットのステップ方式を選択し、次にS703

でロット内のウエハを搬入し、何枚目かのチェックを行ない、セットされたウエハがロットの一枚目の場合にはS704にて上記2つのステップ方式のフォーカス計測に必要なフォーカスオフセットを従来と同じ方法で測定する。以上でロット内で処理するウエハ各ショットでのステップ方式とそれに用いるフォーカスオフセットの測定が完了する。

【0024】以下、ロット内での各ウエハ露光処理の手順を説明する。S705にて次の露光ショットへの移動の準備を行ない、当該ショットの位置、ステップ方式、フォーカスオフセットの設定等を行なう。S705でそのステップ方式のチェックを行ない、精度優先ステップの場合にはAタイプで、速度優先ステップの場合にはBタイプでステップ移動するようにステップ方式を切り換える。S708で露光前の位置決め位置最終確認を行ない、S709にて露光を行なう。S710で全ショットの露光完了をチェックし、終了していなければS705～S709のフローを繰り返す。全ショットの露光が完了した場合にはS711にてウエハの搬出を行ない、ロット完了でなければS703に戻り、次のウエハロードを行なって上記露光フローを継続する。

【0025】実施例2

露光装置上でのフォーカス検出を行なう状況としては、前記したような露光時にレチクルパターンをウエハ上に連続的にステップアンドリピートを繰り返しながら投影露光する場合のみならず、ユーザのテストコマンド実行等のオペレーションが介在し露光が中断した後に露光シーケンスに復帰する場合や、グローバルアライメント計測などウエハ上やステージ上の位置を示すマークを計測しその後再び露光シーケンスに復帰する場合にも使用されるが、このような場合には、ステップ距離が長いためにウエハの変形分の凹凸があったりオペレーションの介在がある等の理由によりz方向の位置が保証されずフォーカスの検出レンジが連続的なステップアンドリピートの検出範囲より広い必要がある。また前記したような連続的な露光時とは異なる計測の場合には、その計測位置がウエハの周辺になる場合が多いことも考えられる。以上述べたように連続的な露光を行なうステップとそれ以外のステップ移動においてはその精度やスピードに関する要求スペックが異なっており、後者の場合には検出域を広げた静止位置での確実なフォーカス計測および補正を行なうAタイプのステップを行なう必要がある。

【0026】以下、図8を用いて第2の実施例を説明する。図8はステップ移動を実行するためのソフトウェアプログラムの機能モジュールを示している。このモジュールが起動される前段階として上記説明したステップ移動の開始トリガ、すなわち条件として以下のようなものがある。まず第1に、ユーザオペレーションが介在した場合には連続ステップの条件が崩れてしまい、次ショットへのステップはAタイプのステップを選択すること

となる。この場合、ユーザオペレーションの入力を検出し内部的なステップ方式選択フラグをオン(Aタイプ選択)と設定する。またグローバルアライメント計測などは、内部的にシーケンスが決定されているためにソフト的に前記ステップ方式選択フラグをオンと設定することが可能である。以上のように外部オペレーションや内部シーケンスの判定によりシーケンス中の各ステップに対する前記ステップ方式選択フラグがセットされる。

【0027】このような条件のもと図8のステップ移動のための機能モジュールがコールされてS801で起動され、S802にてステップに必要な情報例えば目標位置などをセットする。次にS803で前記特殊なステップが必要な場合にセットされるステップ方式選択フラグをチェックしオン(Aタイプ選択)であればS804でフォーカス検出域の拡大を行なってS805で精度重視のAタイプのステップ方式を実行する。フラグがオフであれば連続的なステップであるので、S805でスピード重視のBタイプのステップ方式を起動する。いずれのステップ方式を選択した場合もS805で位置決め完了確認後、S806でステップ方式選択フラグをオフしてステップ移動を終了する。

【0028】以上の説明においては、ステップ方式選択フラグがオンの場合、計測域の拡大を行っていたが、計測時間がレンジに依存しない検出器すなわちPSD(位置検出ダイオード)等のアナログセンサの場合には、検出域共通のまま振動の影響を受けにくいAタイプとオフセットが事前に測定されている必要があるBタイプのステップとの選択を行なうようにしても良い。

【0029】実施例3

以下、本発明の第3の実施例を説明する。本実施例のハードウェア構成は、上記実施例1と共通である。本実施例に係るステップ方式の1つである前記自動判定用精度重視ステップ方式(Cタイプ)を図1～4を参照しながら図10のフローチャートで詳細に説明する。まず前記露光ショットがレンズ下露光位置に来るようにステージ目標位置を制御装置13に設定後ウエハステージ3の移動を開始する(S1001)。次にレーザ干渉計17および制御装置13にて前記露光ショット位置を監視し、前記露光ショットが移動中面位置検出に適した所定位置に到達すると、前記面位置検出装置にて1度目の面位置検出(移動中面位置検出)を行なう(S1002)。

【0030】前記移動中面位置検出は前記ステージ目標位置での該露光エリアの像面位置に対する面位置を検出するものであるが、本ステップ方式(Cタイプ)では、前記検出結果はステージ移動中の面位置検出精度を算出することを主たる目的とし、ウエハ2の高さおよび傾きの調整には使用しない。以上でステージ移動中の動作を終了し、ウエハステージ3の位置決め終了確認(S1003)後、前記面位置検出装置にて2度目の面位置

検出（静止面位置検出）を行なう（S004）。前記静止面位置検出後に検出結果を使ってウエハ2の高さおよび傾き調整を行なう（S1005）。そして、前記移動中面位置検出結果を前記フォーカスオフセット1を用いて補正したデータと前記静止面位置検出結果を前記フォーカスオフセット2を用いて補正したデータの差分から移動中面位置検出結果を使ってウエハ2の高さおよび傾き調整を行なった場合の露光像面に対する誤差（移動中面位置検出誤差）を算出し制御装置13に露光エリア毎に分類して格納する（S1006）。

【0031】次に本実施例のステップ方式の1つである自動判定用スピード重視ステップ方式（D-タイプ）を図11のフローチャートで詳細に説明する。まず前記ステップ方式（C-タイプ）と同様にステージ目標位置を制御装置13に設定後ウエハステージ3の移動を開始する。同じくC-タイプと同様に所定位置にて1度目の面位置検出（移動中面位置検出）を行ない（S1102）、検出結果を前記補正オフセットを用いて補正したデータを用いてウエハ2の高さおよび傾き調整を行なう（S1103）。前記調整後、ウエハステージ3の位置決め終了確認（S1104）を待ち、前記面位置検出装置にて2度目の面位置検出（静止面位置検出）を行なう（S1105）。前記静止面位置検出は前記移動中面位置検出結果による前記高さおよび傾き調整の誤差を測定することを主たる目的とするものでウエハ2の高さおよび傾きの調整には使用しない。最後に本実施例では前記静止面位置検出結果から移動中面位置検出誤差を算出し、制御装置13に各露光エリア毎に分類して格納する（S1106）。

【0032】以上のようなステップ方式を用いる本実施例を図9のフローチャートを用いて詳細に説明する。まずS901にて不図示のウエハ供給手段によりパターン付きのウエハ2をウエハステージ3に供給し、S902にて不図示のアライメント機構によりウエハ2の光軸AXおよびウエハステージ3の基準配列に対するxy方向の位置ずれを計測し、ウエハ上に転写されたショット配列の格子に合わせてステップするための格子を算出し、制御装置13に格納する。これにより、露光位置における各ショットでの各フォーカスセンサ毎の段差形状依存によるオフセットが一意に決定できるようになる。続いてウエハが1枚目であれば（S903）、露光位置のフォーカス検出値から露光位置の像面基準の面位置を算出するための計測オフセットと移動中のフォーカス検出値から露光位置の像面基準の面位置を算出するための計測オフセット等を算出する（S904）。これにより、露光位置やステージ移動中所定位置における、露光位置での像面位置基準の面位置検出が正確に行なえる。

【0033】次にS905で前記制御装置13は格納された前記移動中面位置検出誤差の履歴から前記移動中面位置検出精度を計算し閾値等で判定することでC-タイ

プまたはD-タイプのステップ方式の選択を自動で行なう。

【0034】前記選択は2枚目以降の新たなウエハが搬入されるたびにそれまでに蓄積された前記移動中面位置検出誤差の履歴から全ショットにおいて自動で行なうもので、ウエハ処理枚数が増せば履歴データも増えるので信頼度も自動的に高まる特徴を持つ。これにより従来の経験に基づく選択に比べ高精度で即時性の高い選択が可能である。以上のステップ方式の自動選択結果を踏まえ次の露光ショットがレンズ下露光位置に来るようにステージ目標位置を制御装置13に設定後ウエハステージ3の移動を開始（S906）する。該露光ショットの前記ステップ方式の自動選択結果に基づき前記C-タイプのステップ方式（S909）またはD-タイプのステップ方式（S908）を実行する。以上のようなステップ方式で全6軸の位置決め完了確認後、S910で露光を行なう。S911では全ショットの露光が終了したか否かのループ管理を行ない、該ウエハの全ショットの露光が終了していなければ、次の露光ショットにウエハステージ移動を行ない（S906）、終了していればウエハステージ3上のウエハの搬出を行なう（S912）。同様にS913では全ウエハの露光が終了したか否かのループ管理を行ない、終了していなければ次ウエハを搬入し（S901）、終了していれば処理を終了する。

【0035】以上の実施例の中で、ショットにより精度重視のステップ方式に途中で切り換わるショット位置などは装置的に不安定な状態にある可能性があり、また全体的なチップの生産効率に変化している場合などこのステップ方式の自動選択の影響によりスピード重視ステップの比率が低下していることが考えられる。このような場合には装置のメンテナンス例えばチャックのクリーニングやステージのチューニングなどを行なえば元のチップ生産効率に戻すことが可能となる。このような状況に対処するために本実施例では以下のような方法を用いている。すなわち、図1において、制御装置13に接続された不図示のホストターミナルに対してロットの処理に関して各ウエハ毎の処理情報に関するデータベースを構築し、その中で前記ステップ方式が変更されたショットに関してYes/Noの情報を保持していく方法をとっている。オペレータはロット処理後その処理時間や補正精度をチェックするとともにこのデータベースを閲覧することにより装置メンテナンスの必要性を判断することができる。また別の通知方法としては、ロットの処理中に前記ステップ方向の切り換え頻度およびスピード重視ステップ方式のウエハ内の比率等を算出し、ある閾値を元に判断を行ない、通知すべきと判断した場合には、前記ホストターミナル画面上或いは別の表示手段を用いてオペレータに即時通知を行なう。前記閾値に関しては処理されるロットの必要精度によりオペレータが随時変更することが可能である。

【0036】実施例4

次に本発明の第4の実施例を説明する。本実施例の露光装置では移動中面位置検出時の精度のばらつきの主原因であるステージの振動を計測するための手段を備える。前記振動計測手段として例えば静電容量センサ等を使用すれば、リアルタイムで傾き計測が可能である。これにより本実施例では、各露光ショットのステップ時に前記移動中面位置検出中のステージ振動を前記振動計測手段にて計測する。次ウエハの各露光ショットのステップ時には前記計測した振動計測値に基づきステップ方式を選択する。本実施例を用いれば移動中面位置検出時の精度のばらつきの主原因であるステージ振動そのものをステップ方式の判断基準に使うので、例えばウエハ1枚の振動計測値からでも移動中面位置検出時の精度が推測可能であり、早い時期にステップ方式の判定が可能である。

【0037】

【デバイス生産方法の実施例】次に上記説明した露光装置または露光方法を利用したデバイスの生産方法の実施例を説明する。図12は微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のフローを示す。ステップ1（回路設計）ではデバイスのパターン設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計したパターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコンやガラス等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0038】図13は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した面位置検出方法を採用した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行な

うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0039】本実施例の生産方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度のデバイスを低コストに製造することができる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、移動中計測値を用いた露光位置の像面に対する傾きや高さ方向のずれの算出を行なう場合においても、これらを正確に求めることが可能であると共にオフセットの再現性に着目して事前にステップ方式の選択を行なっているためにウエハ全体として補正精度と処理効率の両立を考慮したジョブ設計が可能である。またフォーカスの最終補正状態に関してステップ時間をのばすことなく確認できるタイミングを作ることにより今後の高NA化された露光装置における微細パターンの転写において確実かつ迅速に処理を行なうことができるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例に関わるステップアンドリビート方式の縮小投影露光装置の部分的概略図である。

【図2】 本発明の一実施例における被露光領域中に設定した露光位置測定点の配置を示す説明図である。

【図3】 本発明の一実施例における被露光領域中に設定した移動中計測点の配置を示す説明図である。

【図4】 ウエハ上にレイアウトされた露光位置と各測定位置の対応およびショット間のステップ移動の様子を説明する説明図である。

【図5】 本発明の第1の実施例に関わる、スピード優先のステップ移動の方法を説明するフローチャート図である。

【図6】 本発明の第1の実施例に関わる、精度優先のステップ移動の方法を説明するフローチャート図である。

【図7】 本発明の第1の実施例に関わる、レイアウト情報に基づきショット毎にステップ方式を切り換える一例を示すフローチャート図である。

【図8】 本発明の第1の実施例に関わる、ステップ方式の選択動作の一例を示すフローチャート図である。

【図9】 本発明の第3の実施例に関わる、図1の装置による過去のステップ履歴情報に基づきショット毎にステップ方式を自動で切り換える一例を示すフローチャート図である。

【図10】 本発明の第3の実施例に関わる、図1の装置によるステップ方式の選択動作の一例（Cタイプ）を示すフローチャート図である。

【図11】 本発明の第3の実施例に関わる、図1の装置によるステップ方式の選択動作の一例（Dタイプ）を示すフローチャート図である。

【図12】 微小デバイスの製造の流れを示す図であ

る。

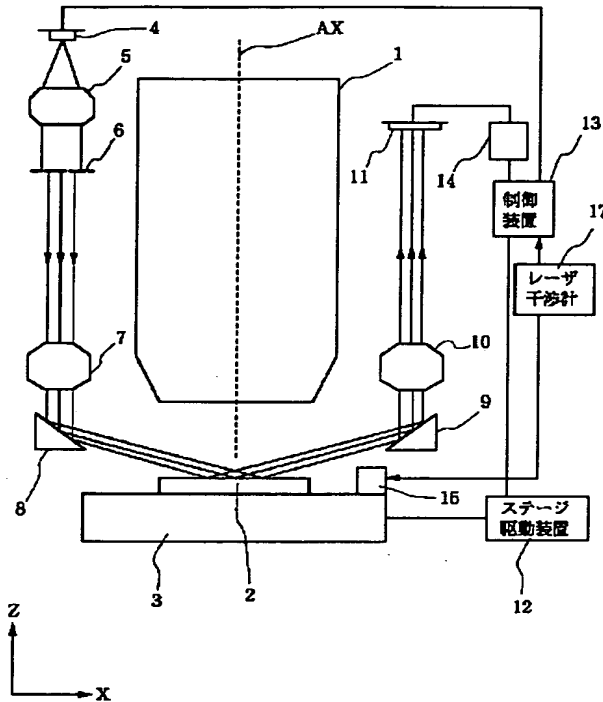
【図13】 図12におけるウエハプロセスの詳細な流れを示すフローチャート図である。

【符号の説明】

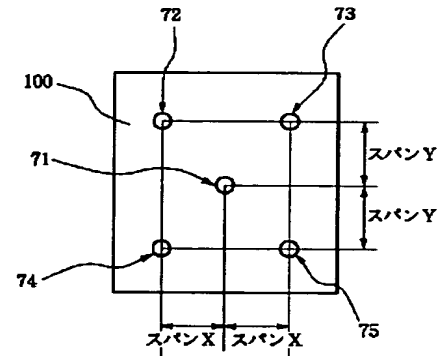
1：縮小投影レンズ、2：ウエハ、3：ウエハステージ、4：高輝度光源、5：照明用レンズ、6：ピンホール

ルを持つマスク、7、10：結像レンズ、8、9：折り曲げミラー、11：2次元検出素子、12：ステージ駆動装置、13：制御装置、14：面位置検出装置、71～75：露光位置測定点、81～85：移動中計測点、100～102：被露光領域。

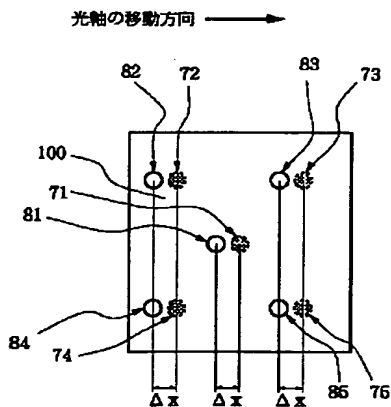
【図1】



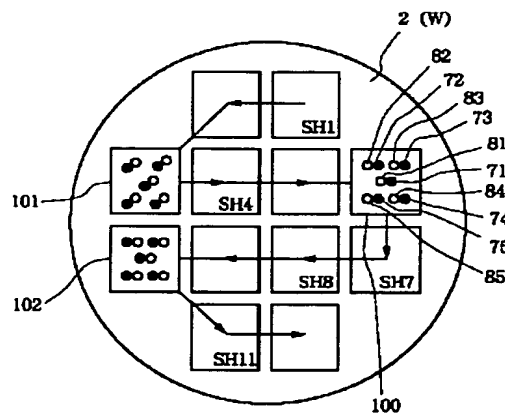
【図2】



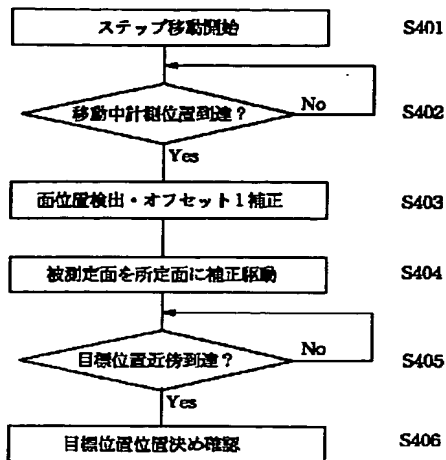
【図3】



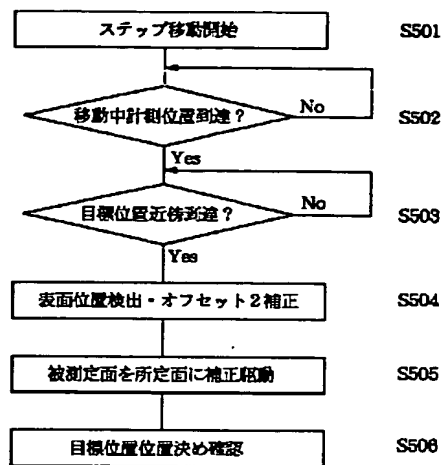
【図4】



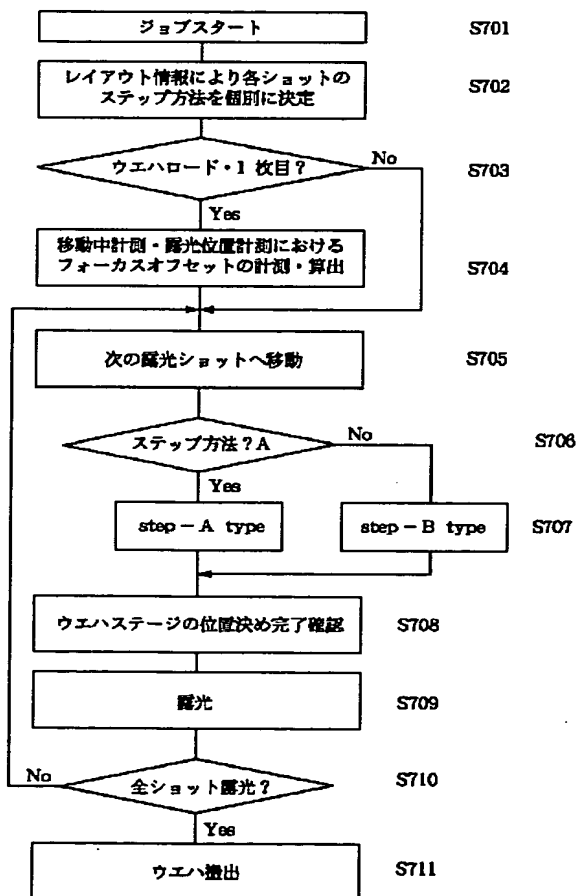
【図 5】



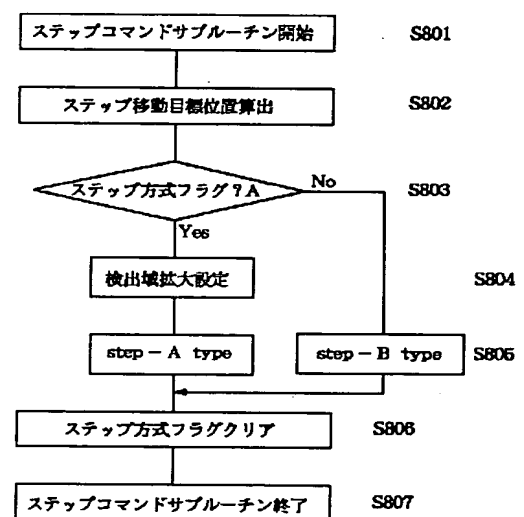
【図 6】



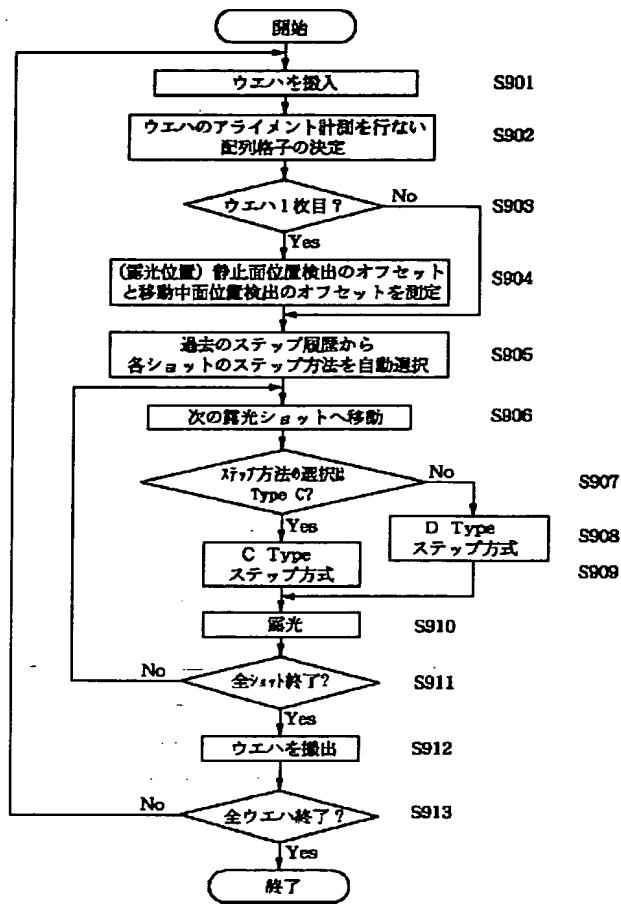
【図 7】



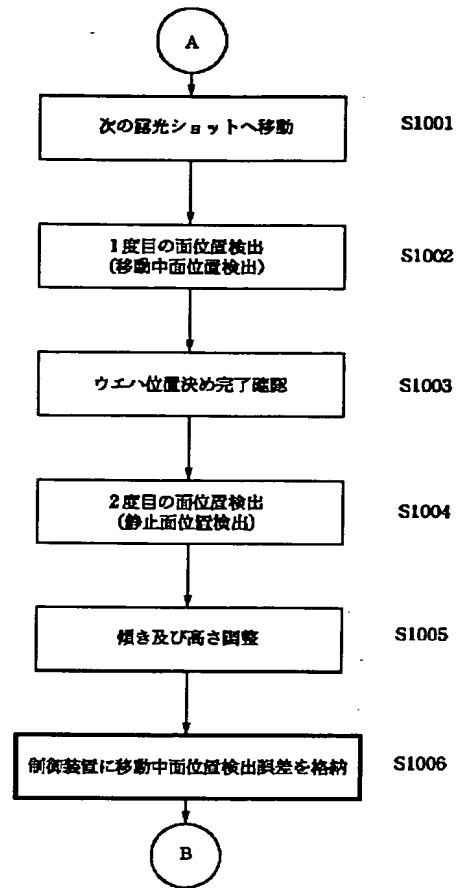
【図 8】



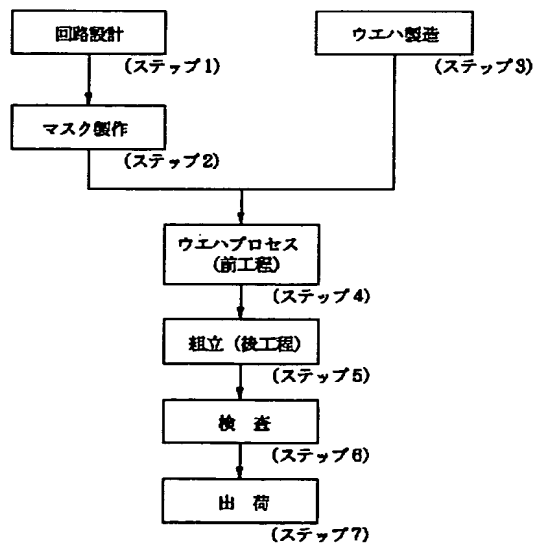
【図 9】



【図 10】

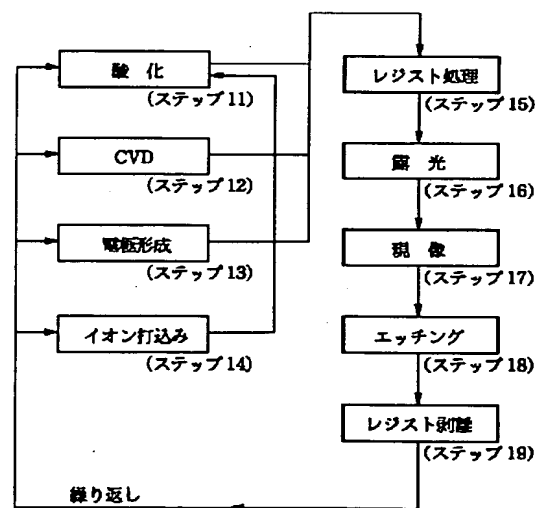


【図 12】



半導体デバイス製造フロー

【図 13】



ウェハプロセス

【図 11】

